

艦艇應用艀增裝置能分析

海軍中將 刁文川

提 要：

- 一、馬總統就任以來推動節能減碳措施，為此國防部成立推動小組，其中具體的作為包括從嚴檢討機艦和車輛使用時機及增用模擬器訓練，以節約油料。
- 二、受國際油價的影響，國軍在油料上的支出逐年增加，為達行政院要求節約油料的目標，預期將造成訓練失衡及時數降低。
- 三、在京奧中，「美國飛魚」菲爾普斯勇奪游泳八面金牌，其各種泳姿也被賦予流體力學的解釋。國際泳賽過去皆以「增加推力」為目標，而在訓練已到瓶頸，較難突破的條件下，近年來「減少阻力」成為另軌努力並行的目標。
- 四、本軍各型艦艇係針對不同任務而設計，其油耗量係依主機本身特性及保養工作良窳而定。在艦船現有型機不變，推進系統保持原設計前提下，期藉由減阻方式來達到燃油節約，以在遵行現有政策下，爭取艦艇最大化的訓練時間。

關鍵詞：節能減碳、減阻、艀增裝置

壹、前言

為呼應國際社會要求及響應環保，馬總統於民國97年國慶典禮致詞中宣示將由政府帶動進行大規模的節能減碳政策；另受國際油價上漲的影響，在年度演訓時數不變的條件下，國軍花在油料的費用將逐年增加，預估未來只增不減。因應政府節能減碳措施，國防部成立節約能源推動小組，朝行政院要求於民國104年累計節約油料達7%的目標邁進。在油料管制措施方面，在不影響「戰備與訓練效果」原則下，從嚴檢討飛機、艦艇及戰鬥車輛使用時機。若非進行戰鬥任務或緊急狀況，應力求使用經濟航速；另外則是儘量使用模擬器訓練，以減少實機操作時數。在此措施下各軍種勢必為達既定的省油目標，而使訓練的本質有所改變或造成訓練失衡。例如行政院為節能減碳大砍國軍一成用油量，因海空軍戰演訓用油佔年度用油量的九成三，僅縮減行政用油已無法因應，只好被迫縮減年度演訓時數，使得本軍年度戰術總驗收，原本要由基隆級艦扮演攻擊軍現代級艦，後來也因油料不夠取消操演〔註一〕。由此觀之，該措施已逐漸造成國軍訓練整體質量的變化，若節能減碳為一永續政策，是否當思考如何在此政策上達到演訓的最佳化及最大化。

在北京奧運中，「美國飛魚」菲爾普斯勇奪游泳八面金牌，打破奧運紀錄，其各種泳姿也被賦予流體力學的解釋，例如菲爾普斯身形比例符合流體力學中細長體的特徵，因此所受到阻力也較小。過去國際游泳多以「增加推力」為訓練目標，藉由仿生及力學原理找到最佳泳姿及施力方式；但在推進力飽和及鯊魚裝出現後，如何減少阻力成為目前的顯學。運用到節約燃油的主題上，艦艇的推力或是主機型式，早在設計之初即依據任務需求而定，其油耗是依賴後續保養而定。在維持主機及船型不變的原則下，藉由增加或變更某些裝備而達到節約油料的整體效益尚待評估；又因現今艦艇體積大型化，加上複雜的武器偵蒐裝備，其主機的選用是以機動性、高功率及高速率為主要原則，如此方能達到戰備要求，而非以省油做為設計前提。既然在先天條件已定，那就應思考如何降低阻力，以期在同樣油料花費下，達到航距遠或訓時長的目標。現應用在艦艇減阻的技術上，主要有微氣泡、塗料及艀增裝置三種減阻方式，目的在降低

海水與行進艦船間所生阻力，其功用不僅是省油，同時還能降低艦艇本身的流體噪音。但衡慮三者施工難易度及花費，本文僅討論簡單且經濟的艫增裝置及其試驗成果供本軍參考運用，其餘技術考量其高成本及高困難度，僅略加敘述。

貳、艦艇減阻方式

艦艇在海面上航行，其所遭遇的總阻力為摩擦阻力及剩餘阻力之和，其中剩餘阻力又為興波阻力及形狀阻力兩者之和。

摩擦阻力又稱為黏性阻力，係指船舶在具有黏性的海水中航行，船殼表面產生一薄層流體黏附，而在此層內部流體速度呈現梯度變化，因船體與流體間交互作用生成剪力，而使物體遭受阻力。在流體剛流進艏段時，其質點皆遵從本身的流線動徑，而各鄰接的流層間無任何動量移轉；隨著流體向艫流動，船殼線型及曲率變化加劇，使得流場轉為紊流，除了分子間摩擦增加外，鄰接流層間也產生動量移轉，在此階段黏性阻力遽增。影響該項阻力的不僅是船舶外型，還與船舶速度有關；速度愈快，紊流產生愈早，摩擦阻力也就愈大，也因此延緩紊流發生的位置及時間點，可降低黏性阻力。

興波阻力係指艦艇行經靜止海面時，為因應艦艇通過而伴隨產生波浪溢行，而波浪系統形成的能量必須由艦艇給予，由於該能量的轉移，將使艦艇前進運動力量減少，稱之。現大型船舶多使用球形艏降低艏波的形成，也就是減少艦船能量傳遞到環境中，降低航行阻力。

形狀阻力與本身水線以下船形有關，在艦船破水前進之際，水質點流過船舯後段常無法精準地遵循船舶線型流動且脫離線型，造成艫段壓力分佈無法達成，作用於艫部壓力減低，因此產生反對船舶前進運動之合力，此力稱為形狀阻力。該阻力與物體的細長比（物體長度/直徑）及船殼曲率有關；細長比愈大，也就是物體愈細長，表面曲率變化緩慢，設計也能儘量達到流線的要求，其所遭遇的形狀阻力也就愈低，諸如奧運游泳金牌菲爾普斯，其身高及臂長皆勝常人，在流體力學的角度來看，所遭遇的形狀阻力也就較低。

早期減阻技術多著重於摩擦阻力，藉由控制紊流發生機制達到目的，但由該項阻力產生的機制來看，其所投資的成本較高。剩餘阻力與形狀有關，而船體外型在設計階段就已定案，因此僅能藉由附加的裝置微修外形流場達到降低該項阻力的目地。本文中所提之微氣泡及塗料減阻技術皆以降低摩擦阻力為主，而艫增裝置則為降低形狀阻力，後文所討論的「減阻」或「減少主機輸出功率」，皆可由船速來呈現節油的成效。其中減阻的概念，指的是總阻力的降率值，表示主機輸出同前，但船速增加，可達航時縮短或航距增加之效；而另一概念，則為主機輸出雖減少，但仍可達要求船速，兩者表示方式皆與節約油料量成正比。

一、微氣泡減阻

過去幾十年，學界投入相當多的時間在研究減少船舶表面的摩擦阻力，其一即是藉由船體表面釋放氣泡達到減阻降噪效果，即通過船體水下表面的空氣小孔釋放空氣，產生綿密的氣幕，利用氣泡本身小摩阻性和易變形特性，以及氣液體密度與速度差，來改變流場結構與速度分布，即能有效減小船殼與流體間的摩擦阻力，又能隔離船體噪音源向水中輻射。

國外試驗結果顯示，微氣泡減阻約可減少船殼阻力達10~18%〔註二〕，而減阻成效取決於微氣泡噴射位置、微氣泡大小、氣泡濃度及船速等控制因素，也就是說各控制因素都需達到最佳的條件方能產生最好的效果〔註三〕。雖然減阻效果不錯，且其附加價值又可降低噪音，但產生微氣泡的裝備，需高精度噴流控制及加工技術，如此會造成空間及安裝成本增加，目前僅日本應用此技術於平底船上。

另一種類似的技術為微噴流減阻，其方法是從船內將流體高速射入邊界層，避免邊界層過早產生分離現象以達減阻目的。其實驗結果顯示該法可減少阻力達25~35%〔註四〕，且船速愈快其減阻效率愈高，未來該技術將定位在高速且大型船舶的應用上。

二、塗料減阻

塗裝減阻是藉著在物體表面塗裝不同的漆料，以其化學性質改變物體表面與流體的摩擦係數，達減低摩擦阻力之效。此種表面加工技術最為簡便，只要找對塗裝漆料就能達到要求，但困難點在於不同塗料適合不同運動模式，且塗料會隨著時間而逐漸散去，如何能找到符合任務型態之塗料以及克服腐蝕與剝落等問題，都亟待進一步的研發。

一般來說，減阻材料可分為親水性及疏水性高分子塗料兩種，兩者的差異性在於親水性塗料在降低表面速度梯度，減少表面摩擦阻力；而疏水性塗料在降低表面粗糙度，藉延緩紊流邊界層產生以達減少阻力之效。此類塗料的優點是使用簡易，不需改變既有外型與結構，亦不需任何重大改裝，使用彈性高，經濟效益佳；缺點是該塗料經實驗僅在某些船速條件下，才能達到有意義的效果〔註五〕。除化學塗料外，隨著生物技術的進步，魚類表面上的黏膜亦證實具有減阻功效；藉由人工合成該黏膜並塗附於板面，經驗證能減低總阻力約16%〔註六〕。美國海軍科學研究局（ONR）近年設計的高速X艇，從船體下的升力體噴射聚合物塗料來模擬魚類表面分泌黏液以實現減阻，經試驗發現該方式最高可減少80%的阻力〔註七〕。

另一種奈米減阻技術係利用塗料質點產生「蓮花效應」，改變表面的物理特性。通常以Silicone基材的奈米材料塗附於船體表面，藉以抑制海蠟子生成以達減阻目的。經試驗測試得知，對於中低速航行之艦船，平均可降低阻力約11~14%〔註八〕。

三、艤增裝置

艦艇在設計之初，即依據艦艇執行任務需求分配船段各部重量，由於船體艏窄艤寬的流線設計，通常船體重心落於船舳之後，又因艦船可用空間多位於舳艤部，隨著服役時間的增長，重心日趨向後移動，浸水面積逐漸增大，造成航行阻力增加。航行時，由於船底壓力分佈，會產生一動仰角及重心下沉量，因此可藉由動仰角控制裝置的增置，形成艤壓艤抬效應，使得船身在不同速度航行時，能維持最小航行仰角，減少浸水面積，降低阻力。

目前常用的動仰角的控制裝置有艤楔（Stern Wedge）、艤襟翼（Stern Flap）及艤流阻（Interceptor）三種，如圖一所示，其原理都是在不改變船舶噸位的條件下，藉由艤部增置的裝置，改變流場產生上抬的力量，減少動仰角及浸水面積。該裝置不似微氣泡減阻，需要安裝氣泡產生裝置，造成加改裝的施工困擾；也不似塗料減阻，需定期塗刷保持功能完整性，且受限於船速及採購上的限制。艤增裝置的優點在於構型簡單安裝容易，且為美國海軍及海岸防衛隊廣泛運用，成效見諸於世，可供本軍參

用。

參、艤增裝置減阻效益分析

艤增裝置所運用的原理為艦艇航行時，水流順著船艏流到船艤，遭遇艤附增的延伸裝置使得流速減緩，該裝置的出現在艤下區塊產生了另增阻力、前推分力、上作用力及水壓上升等四種物理現象。艤增裝置所產生的另增阻力會造成主機負擔，但與前推分力相較，其值較小，兩者相互消滅的結果，可使船舶獲得前進推力，因此可藉以補償該阻力產生的負效益。而上作用力會將艤部上抬，造成艏仰角變小，同時會使得重心下沉量略升，具有將船體抬離水中的效果；葉前端流場也受水壓上升及流速減緩之故，使得葉能在有利的環境條件下，達更有效的推進效率。

在二次世界大戰前，對於小型艦船及滑航艇的研究，其重點多置於利用船體外型及結構的變化，藉以控制流場以達省功目的。美海軍早期研究重點置於艤楔，藉由船體艤底突出的楔塊，改變海水流動方向，期望能在特定速度下能再增高船速或是減少主機輸出，因此該時期多將艤楔應用於半滑航或是滑航的高速小型艇上。在此滑航艇指的是船速佛勞數（ Fn ）約在0.6以上，在此船速下船體開始進入滑航狀態（如同打水漂動態行為），其瞬間升力及阻力的大小由動仰角決定，藉由控制動仰角的變化來減少阻力，而大型軍艦多屬排水量型船舶，在流體動力行為上有別於滑航艇。軍艦在平時多以中低速航行，其動仰角變動量小，因此其產生的升力分量與本身的噸位相較量級甚小，可忽略不計。但卻可藉由微修艤部流場形狀達到減阻效果。

1980年初期美軍曾以Arleigh Burke（DDG 51）號驅逐艦為試驗對象，藉由不同艤楔外型，來驗證減阻效果，但發現在中低航速的範圍，試驗結果不甚理想。隨後嘗試著藉由不同艤楔及艤襟翼的混合裝置，如圖二（a）所示，來解決船速受限的問題。此試驗結果發現，由於該混合裝置作用於相同流場，因此合成效益不若單一裝置來的顯著，甚至彼此可能相互制肘，削弱減阻效果。為澈底瞭解獨立及合併裝置的成效，另針對同型船之艤楔、艤襟翼及兩者組合執行船模試驗，由結果觀之〔註九〕，如圖三所示；藍、紅及黑線分別為艤楔獨立使用、艤襟翼獨立使用及兩者併用，僅用艤楔裝置，其船速要達到18節以上，方具節省輸出功率之效果，而僅用艤襟翼裝置，船速14節以上即具省功效果，兩者合併使用需在高速航行時，才有兩者相乘的效果出現。因此不論是獨立或合併裝置，其效益除了與裝置外型及位置有關外，航行速度為關鍵角色。在低速時，普遍的趨勢顯示該裝置非但無法達到效果，反而增加主機負擔（負效益）；而轉為正效益之中間航速值，取決於設計外型良窳；高速時減阻效果最為顯著。另外裝置外型的影響為翼弦（Chord）愈長，船速愈低產生的負效益愈大，而且會延遲產生正效益的船速，但在高速時的減阻效果變好；同樣的結論也可應用在艤楔或艤襟翼的夾角上，兩者與水平夾角愈大，低速負效益大，延遲正效益之中間船速，但造成高速效果較好。美海軍後改以艤襟翼為主，其外型為船艤延伸出的翼板，藉由翼板角度及外型引導流體，並以FFG-7級巡防艦為試驗對象，所得的結論是在減少主機推進功率上，艤襟翼易化外型較艤楔更能符合美軍應用在不同任務船型之需求〔註十〕，且施工方式更為簡易經濟。

本節主要是以艤襟翼做為討論的主軸，除了該裝置在中速範圍仍具減阻功用外，另一項原因是美海軍及海岸防衛隊使用該裝置已逾十多年，並經驗證該裝置功能不光

是節省燃油，同時還能延長維修週期及主機壽命、降低葉負荷、減少震動及噪音等附加功用，對於日益拮据的國防經費來說，雖不至有旱逢甘霖之樂，但卻希望能達涓滴積乘之效。

舵襟翼裝置能在美海軍及海岸防衛隊廣泛的使用，其舵襟翼翼展、弦高及安裝位置都經過理論及試驗的驗證，不同船型有配置不同外型的舵襟翼，圖四為美海軍所發展六種舵襟翼〔註十一〕。其中排水量型船舶的翼展約與水線艙板等寬，外型與舵體底板折面傾度一致；滑航艇的翼展約為排水量型船的一半。在不同船速下，該六種舵襟翼實船海試結果如圖五所示，該圖橫座標為船速佛勞數（ V ：船速， L ：船長），其值愈大表示船速愈高；縱座標為安裝舵襟翼所達成效，該數值低於1.0表示主機輸出功率減少的比率，數值愈低表示達同樣速度時主機輸出愈省力。舉例來說，Copeland號（FFG 25）測試速度的範圍在佛勞數0.1~0.4（圖中▲符號），測試船速約在7~28節間（船長 $L=133$ 公尺）。若經濟速率為14節，佛勞數約為0.2，縱座標值為0.93，也就是說安裝舵襟翼後主機輸出功率節省7%。整體而言，安裝舵襟翼後，其主機減少輸出功率平均（如圖中實線所示）可達到6%~13%間。

另一項統計數據為1989年美軍第一艘安裝舵襟翼的巡防艦Copeland號到2002年海岸防衛隊的緝私艇，其安裝舵襟翼所有艦艇實施成效，如表一，整體結果為：減少主機輸出功率最高達15%，節約油料約10%，作戰艦艇增速1節，巡邏艇增加2節的速度。因此不論是戰鬥高速航行或是平時海上中低速航行，其節約燃油費用最低可達5%。另外其安裝方式並不需大費周章，只需配合廠修或是航修即可安裝，如圖六，且成本低廉經濟，符合投資效益。該裝置的好處是可以針對任何現有船隻並依目標航速特製舵襟翼，且確實有節省燃油之效，使用迄今也並無任何重大事故發生。現美海軍除了已將此裝置安裝在部分作戰艦艇外，2009年4月起也陸續將此裝置安裝到兩棲登陸艦〔註十二〕。

近年來軍事上對效率高及速度快的船舶的需求下，為了能在高速下保持穩定的運動姿態，國內由台大所發展的舵流阻提供了另一種的動仰角控制機制。它是藉由阻滯下洗流體，造成舵部壓力升高，產生力量上抬舵部，藉由伸出的長度來維持所要的動仰角。與其他兩種舵增裝置相較，該裝置技術問題僅在決定阻板突出舵底板的長度，外型上的構造更為簡單，應用上也更為便利。該裝置設計流程是先決定艦船目標船速，也就是視任務需求及特性，決定常用航速範圍，依此先由理論計算出邊界層動量厚度，而後依動量厚度值規劃試驗決定阻板最終突出舵底板長度。由高速雙體船的試驗結果得知，該裝置確可達到顯著的減阻效果〔註十二〕。

針對大型艦艇，另加入舵襟翼組成的合併裝置，如圖二（b），並以船長64公尺，設計航速為25節的巡防艦為試驗對象。在舵流阻長度及舵襟翼角度已達最佳化的前提下，比較阻力隨船速變化的趨勢。圖七顯示該型艦船試驗結果，橫座標代表換算後的實際船速，縱座標代表量測的總阻力係數，在符合流體力學相似律的試驗條件下，此係數模船與實船一致。圖中三條實線分別表示裸船（Bare hull）、附舵流阻（Interceptor only）及附加合併裝置（Interceptor and stern flap）三種條件下量測值的變化，由圖中試驗得知在設計速度附近約可降低10%的阻力，若搭配舵襟翼使用，約可降低約12%的阻力；但若用在14節左右的航速，反而會有增阻耗油的反效

果〔註十三〕。

肆、結語

茲因節能減碳的政策勢必對本軍用兵或裝備使用方式造成影響，因此本文的目的是希望能提出方法，使本軍能在有限的國防資源下達最高的效率。譬如為達節約油料的目標，勢必將造成「低代高」的用兵傾斜，減少主戰兵力出海航行的時數；或是長期採低速航行的策略，雖減少油耗，但主機長期積碳的結果，將會降低裝備壽限，添增維修成本。因此如何在兩者間尋找平衡，使得在緊縮的油料經費下，達到訓練及維修的最大化及最佳化，實為本軍共思解決的議題。

本文提供了一些現行艦船的減阻技術，並討論其優缺點、成熟性及成本，比較後認為艤增裝置或為現階段最佳選項，輔以美軍持續導入其他不同任務性質的艦船加裝此項裝置的例子，驗證了此裝置的有效性及可行性。對此，本軍可參考美軍的實例或採用國內研發裝置，在律定艦艇執行作訓任務常用的航速範圍後，藉由特製化的艤增裝置設計，在增正效益與降負效益的策略間找到平衡點，以達整體效益為正效益的省油目標。

註一：「空軍飛行時數快輸給解放軍—用油被大砍一成」，自由電子報2008-10-23。

註二：謝志明，「微氣泡減阻技術在船模上的應用研究」，台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文，民國93年1月。

註三：嚴祖煦，「微氣泡技術在減阻上之研究」，國防大學理工學院碩士論文，民國90年5月。

註四：Huang D.P., "A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique", NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)

註五：林聰得，「水中載具減阻技術之實驗研究」，中原大學機械工程所博士論文，民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.

註六：Thurston S. and Jones R.D., "Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction", Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp. 35-48, 1965.

註七："US navy to evaluate polymer drag reduction technology", Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治，「船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究」，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., "Combined wedge-flap for improved ship powering", Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, "Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1", DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., "Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market", The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, "Navy stern flap

installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，「大型巡防船之船模試驗」， USDDC-221-T654(91)

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”， USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”，自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明，“微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”，台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文，民國93年1月。

註三：嚴祖煦，“微氣泡技術在減阻上之研究”，國防大學理工學院碩士論文，民國90年5月。

註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp.97-0546 (1997)

註五：林聰得，“水中載具減阻技術之實驗研究”，中原大學機械工程所博士論文，民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.

註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp.35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market ” , The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap

installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft” , Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, “大型巡防船之船模試驗”, USDDC-221-T654(91)註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering” , Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1” , DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market ” , The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft” , Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, “大型巡防船之船模試驗”, USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”, 自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明, “微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”, 台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文, 民國93年1月。

註三：嚴祖煦, “微氣泡技術在減阻上之研究”, 國防大學理工學院碩士論文, 民國90年5月。

註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)

註五：林聰得, “水中載具減阻技術之實驗研究”, 中原大學機械工程所博士論文, 民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.

註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction” , Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp. 35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology” , Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治, “船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”, 國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文, 民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved

- ship powering", Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.
- 註十：D.S. Cusanelli, "Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1", DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., "Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market", The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, "Navy stern flap installations for fuel savings", May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, "Study on the effect of interceptor on high speed craft", Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, "大型巡防船之船模試驗", USDDC-221-T654(91)
- 註十：D.S. Cusanelli, "Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1", DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., "Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market", The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, "Navy stern flap installations for fuel savings", May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, "Study on the effect of interceptor on high speed craft", Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, "大型巡防船之船模試驗", USDDC-221-T654(91)
- 註一："空軍飛行時數快輸給解放軍一用油被大砍一成", 自由電子報 2008-10-23
- 註二：謝志明, "微氣泡減阻技術在船模上的應用研究", 台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文, 民國93年1月。
- 註三：嚴祖煦, "微氣泡技術在減阻上之研究", 國防大學理工學院碩士論文, 民國90年5月。
- 註四：Huang D.P., "A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique", NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)
- 註五：林聰得, "水中載具減阻技術之實驗研究", 中原大學機械工程所博士論文, 民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.
- 註六：Thurston S. and Jones R.D., "Experimental model studies of non-

newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp.35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.

<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.

<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”，自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明，“微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”，台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文，民國93年1月。

- 註三：嚴祖煦，“微氣泡技術在減阻上之研究”，國防大學理工學院碩士論文，民國90年5月。
- 註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)
- 註五：林聰得，“水中載具減阻技術之實驗研究”，中原大學機械工程所博士論文，民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.
- 註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp.35-48, 1965.
- 註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.
- 註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。
- 註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.
- 註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)
- 註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)

ciety of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”，自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明，“微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”，台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文，民國93年1月。

註三：嚴祖煦，“微氣泡技術在減阻上之研究”，國防大學理工學院碩士論文，民國90年5月。

註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)

註五：林聰得，“水中載具減阻技術之實驗研究”，中原大學機械工程所博士論文，民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.

註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp. 35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap

installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft” , Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, “大型巡防船之船模試驗”, USDDC-221-T654(91)註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering” , Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1” , DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market ” , The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings ” , May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft” , Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, “大型巡防船之船模試驗”, USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”, 自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明, “微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”, 台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文, 民國93年1月。

註三：嚴祖煦, “微氣泡技術在減阻上之研究”, 國防大學理工學院碩士論文, 民國90年5月。

註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)

註五：林聰得, “水中載具減阻技術之實驗研究”, 中原大學機械工程所博士論文, 民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.

註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction” , Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp. 35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology” , Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治, “船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”, 國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文, 民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved

- ship powering", Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.
- 註十：D.S. Cusanelli, "Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1", DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., "Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market", The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, "Navy stern flap installations for fuel savings", May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, "Study on the effect of interceptor on high speed craft", Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, "大型巡防船之船模試驗", USDDC-221-T654(91)
- 註十：D.S. Cusanelli, "Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1", DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., "Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market", The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, "Navy stern flap installations for fuel savings", May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, "Study on the effect of interceptor on high speed craft", Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部91年度科技專案研發成果, "大型巡防船之船模試驗", USDDC-221-T654(91)
- 註一："空軍飛行時數快輸給解放軍一用油被大砍一成", 自由電子報 2008-10-23
- 註二：謝志明, "微氣泡減阻技術在船模上的應用研究", 台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文, 民國93年1月。
- 註三：嚴祖煦, "微氣泡技術在減阻上之研究", 國防大學理工學院碩士論文, 民國90年5月。
- 註四：Huang D.P., "A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique", NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)
- 註五：林聰得, "水中載具減阻技術之實驗研究", 中原大學機械工程所博士論文, 民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.
- 註六：Thurston S. and Jones R.D., "Experimental model studies of non-

newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp.35-48, 1965.

註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.

註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。

註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.

註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.

註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.

註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>

註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003

註十四：經濟部91年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)註一：“空軍飛行時數快輪給解放軍一用油被大砍一成”，自由電子報 2008-10-23

註二：謝志明，“微氣泡減阻技術在船模上的應用研究”，台灣大學工程科學及海洋工程所碩士論文，民國93年1月。

- 註三：嚴祖煦，“微氣泡技術在減阻上之研究”，國防大學理工學院碩士論文，民國90年5月。
- 註四：Huang D.P., “A Proof of concept experimental for reducing skin friction by using a micro-blowing technique”, NASA technical memorandum 107315, AIAA, pp. 97-0546 (1997)
- 註五：林聰得，“水中載具減阻技術之實驗研究”，中原大學機械工程所博士論文，民國95年5月。A experimental study on drag reduction technology for marine vehicles.
- 註六：Thurston S. and Jones R.D., “Experimental model studies of non-newtonian soluble coatings for drag reduction”, Journal of aircraft, Vol. 2, No. 1, pp.35-48, 1965.
- 註七：“US navy to evaluate polymer drag reduction technology”, Marine Engineers review, pp. 53, Mar. 2003.
- 註八：黃傑治，“船舶奈米塗料於防污減阻與物性之研究”，國立成功大學船舶機電工程學系碩士論文，民國95年7月。
- 註九：Karafiath G. and Cusanelli D.S., “Combined wedge-flap for improved ship powering”, Office of Naval Reserch, Serial No. 948.013, Oct. 1997.
- 註十：D.S. Cusanelli, “Effect of various stern wedges, trim flaps, and a stern extension on the resistance and powering of FFG-7 class frigates, as represented by DTRC Model 5279-1”, DTRC/SHD-0829-35, Feb. 1989.
- 註十一：Cusanelli D.S., “Stern flap: an economical fuel-saving, go-faster, go-farther device for the commercial vessel market”, The 7th International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2003, Vol. 3, pp. 1-8, Oct. 2003.
- 註十二：Maritime Reporter and Engineering News, “Navy stern flap installations for fuel savings”, May 01, 2009.
<http://marinelink.com/en-US/News/Article/default.aspx>
- 註十三：Tsai and J.K. Huang, “Study on the effect of interceptor on high speed craft”, Journal of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, ROC, Vol. 22, No. 2, pp. 95-101, 2003
- 註十四：經濟部 91 年度科技專案研發成果，“大型巡防船之船模試驗”，USDDC-221-T654(91)